

Dans les conduites industrielles, il y a donc diminution dans le premier parcours. Cette diminution peut atteindre 11 % dans la chute de 250 m. de Soulom. Cependant, il ne faut pas toujours compter sur cette diminution, car le jeu des réflexions peut arriver à augmenter au contraire la valeur du coup de bélier dans les périodes suivantes.

7. *Subdivision d'une conduite industrielle en 2 ou 3 tronçons.* — Pour faire la subdivision par exemple en deux parties, on trace une courbe des vitesses  $a$  en fonction du temps mis par l'onde pour aller du distributeur au point considéré. On prend sur la courbe le point d'abscisse  $\frac{T}{2}$ .  $T$  désignant le temps total mis par l'onde pour aller du distributeur à la chambre de mise en charge.

On divise donc la courbe en deux parties.

Les longueurs  $l$  et  $l'$  sont données par la somme des longueurs des tronçons compris dans chacune de ces parties. Connaissant  $l$  et  $l'$ , on a :

$$a = \frac{l}{\frac{T}{2}} \qquad a' = \frac{l'}{\frac{T}{2}}$$

On procède de même pour la subdivision en trois tronçons.

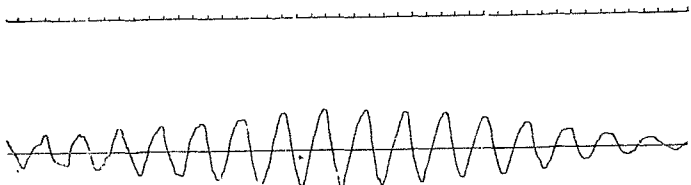


Fig. 10. — Expérience du robinet tournant. Résonance de la période apparente (Gave de Caunterets)

8. *Phénomènes de résonance.* — En employant la méthode du robinet tournant à l'Institut Electrotechnique et à l'usine de Soulom, sur des conduites à caractéristiques variables, nous avons trouvé que la première résonance correspond à la période apparente et que les autres correspondent aux harmoniques impairs de la période  $4 \sum \frac{l_i}{a_i}$ . Par exemple, sur une conduite formée de deux parties : l'une de 201<sup>m</sup>63 de longueur ayant un diamètre de 80<sup>mm</sup> et une vitesse  $a=1300^m/s$ , l'autre ayant 105<sup>m</sup>85, un diamètre intérieur de 40<sup>mm</sup> et une vitesse de 1.356 mètres, la subdivision en trois tronçons d'une pareille conduite donne :

$$\frac{l}{a} = \frac{l'}{a'} = 0^s,0775; \qquad \frac{l''}{a''} = 0^s,078.$$

Les résonances ont été :

RÉSONANCES

Période $4 \sum \frac{l_i}{a_i}$	Période apparente	3 <sup>e</sup> harmonique	5 <sup>e</sup> harmonique
0 <sup>s</sup> ,93	0 <sup>s</sup> ,70	0 <sup>s</sup> ,31	0 <sup>s</sup> ,18

La résonance la plus importante au point de vue technique est celle de la période apparente.

Ainsi une expérience faite à l'usine de Soulom sur la chute de 120 mètres nous a donné les résultats suivants :

La conduite essayée avait 350 mètres de longueur et 1<sup>m</sup>20 de diamètre, la charge 120 mètres d'eau ; nous avons employé un robinet à boisseau dont la lumière n'avait que

22<sup>mm</sup> × 48<sup>mm</sup>, soit 10<sup>cm</sup>² environ, et qui tournait avec une vitesse telle que la durée séparant deux ouvertures consécutives, était 1<sup>s</sup>,36, période apparente de la conduite. Nous avons ainsi créé des variations de pression dont l'amplitude totale représentait une colonne d'eau de 72<sup>m</sup>50 de hauteur. La figure 10 représente une résonance de la période apparente de la conduite C<sub>3</sub> de Soulom, alimentant une turbine Bouvier de 3.500 chevaux.

*Remarque sur la déformation des ondes.* — Comme il arrive généralement dans des phénomènes analogues, l'onde se déforme en se propageant. Nous avons montré qu'elle s'étale en même temps que son ordonnée maximum diminue. Mais, dans les conditions ordinairement réalisées dans la pratique industrielle, il se trouve heureusement que la déformation de l'onde est assez faible pour qu'on puisse, dans une première approximation, admettre que la vitesse  $a$  a une valeur bien déterminée. La méthode de la dépression brusque permet de se rendre compte du degré de longévité de l'onde.

(A suivre.)

C. CAMICHEL,

Professeur à la Faculté des Sciences,  
Directeur de l'Institut électrotechnique de Toulouse.

D. EYDOUX,

Ingénieur des Ponts et Chaussées,  
Ingénieur principal à la C<sup>ie</sup> du Midi.

## Houille blanche, Electricité, Agriculture

Il nous a paru intéressant de rassembler quelques-unes des nombreuses questions qui peuvent se présenter lorsqu'on est amené soit à utiliser l'eau d'une façon intégrale, soit à aménager une région géographique d'une façon intégrale. Ces problèmes qui, au fond, sont pour la plupart bien connus, exigent, pour être conduits avec le plus de logique possible, que l'on ait sans cesse à la pensée les rapports entre la Houille blanche et l'Agriculture, le rôle ou le rendement de l'eau en force motrice d'une part, en irrigations de l'autre, ou encore comme voie de navigation. Examinant les questions d'un autre point de vue, celui de l'agriculteur, quels sont les besoins, en eau, en énergie, en électricité et en voies navigables de l'agriculture et qui, plus est, des populations rurales ?

Les agriculteurs sont des retardataires, n'est-il pas vrai ? D'aucuns en concluent qu'en général, ils n'ont que faire de l'énergie mécanique ou de l'électricité, que ce sont là des perfectionnements de l'industrie moderne bien au-dessus de leur portée et de leurs besoins.

Nous allons voir qu'il est peut-être bientôt temps, au contraire, de songer à mettre les forces hydrauliques et électriques, les transports fluviaux, à la disposition de l'industrie vitale du monde.

D'ailleurs, ce sont les agriculteurs eux-mêmes qui le sentent, en contemplant cette terre que l'ouvrier hait parce qu'elle demande trop de sueur, ce sont les agriculteurs eux-mêmes qui sentent la nécessité d'avoir recours à une énergie étrangère et si la machine vivante subsiste plus longtemps en agriculture que dans les autres industries, c'est parce que les bêtes de somme y sont, en quelque sorte, à pied d'œuvre : l'habitude de les utiliser est nécessairement plus vivace et, de plus, les machines entièrement « mécaniques » ne sont pas encore adaptées d'une façon satisfaisante aux travaux agricoles.

La motoculture, quoique récente, a remporté un tel succès auprès des agriculteurs — ne menace-t-elle pas de remplacer tous les animaux de trait de la ferme ? — qu'il est possible de prévoir pour l'utilisation de l'énergie électrique dans les fermes un remarquable développement.

Nous disions, il y a un instant, que ce sont les agriculteurs eux-mêmes qui réclament de l'énergie électrique. C'est un de leurs porte-paroles autorisés, l'actif et distingué directeur des Services agricoles de l'Isère, M. Rougier, qui a exposé dans un rapport au Congrès des fédérations de syndicats agricoles de l'Isère (février 1920), les emplois de l'électricité à la ferme et les bienfaits que cette application entraîne. Un certain nombre des idées qui suivent sont empruntées à ce rapport. D'autre part, M. Roland, sénateur de l'Oise, exposant au Sénat, dans la séance du 2 juin, l'intérêt qu'il y a à favoriser l'extension des « Coopératives agricoles d'électricité » a demandé, à titre d'encouragement, d'exempter de la nouvelle taxe l'énergie distribuée dans les campagnes par ces coopératives.

Il n'existe, à notre connaissance, aucune coopérative agricole d'électricité dans les régions de France où la houille blanche, à profusion répandue, en justifierait la création sur une vaste échelle (1).

Ces petites coopératives pourraient solutionner l'utilisation de la houille blanche dans les campagnes des régions montagneuses. On pourrait même provoquer, diriger leur création et leurs efforts. Une standardisation des petits réseaux qu'elles pourraient créer permettrait leur jonction le cas échéant, constituant comme dans le cas des petites caisses d'assurances agricoles qui ont si bien réussi, une sorte de réassurance, une garantie de fonctionnement.

L'Etat n'a, certes, pas perdu de vue les intérêts de l'agriculture régionale, puisque dans les cahiers des charges des concessionnaires de chutes, des réserves en eau et en énergie, sont faites en faveur des régions où ces chutes sont captées. Mais personne n'ignore les difficultés que rencontrent les sociétés exploitant les grandes lignes de transport d'énergie à haute tension lorsqu'elles doivent, en cours de route, alimenter quelques villages. Il n'est pas venu à l'esprit de l'Etat — si tant est que l'on puisse ainsi parler — d'imposer aux compagnies de chemins de fer l'organisation et l'exploitation des tramways des villes que leurs grandes lignes traversaient. A-t-on réfléchi que c'est un service analogue que beaucoup de gens pensent logique de demander aux compagnies qui exploitent les grands réseaux d'électricité.

Il y a, ce n'est guère douteux, une assez grande quantité d'énergie perdue dans les petits cours d'eau pour les besoins purement locaux, et ces forces morcelées ne se prêtent justement qu'à une utilisation fractionnée, dans un faible rayon.

Il existe déjà un nombre respectable de petites usines dont le fonctionnement est souvent très rémunérateur et qui donnent satisfaction aux populations qu'elles alimentent. Il n'est donc pas opportun, dans bien des cas, de retarder la création des grandes usines hydro-électriques par ces discussions au sujet d'énergie à réserver pour les besoins régionaux qui peuvent être considérées comme oiseuses, nuisibles même. Mais, par contre, les pouvoirs publics pourraient simplifier les formalités, alléger les charges des entrepreneurs proposant d'aménager les chutes de faible puissance en vue de la distribution de l'énergie dans les

petites communes rurales. Plus encore, l'Etat devrait provoquer l'utilisation des nombreux petits cours d'eau qui sont tellement liés à la propriété foncière qu'on peut les considérer comme grevés d'une servitude au bénéfice de la terre (2).

Donc, d'une part, des usines puissantes exportant la houille blanche, de l'autre des usines plus modestes utilisant les petites chutes, mettant leur énergie à la disposition du voisinage : ceci semble concilier l'intérêt national et le régionalisme bien compris.

★

Quels sont les besoins de l'agriculture ?

### I. — IRRIGATIONS

L'eau employée en irrigations donne un rendement énorme, un bénéfice, la plupart du temps très supérieur à celui que l'on pourrait tirer de son emploi à la production de l'énergie. Ce n'est pas à dire que des irrigations doivent être faites avec toutes les eaux et partout.

Les échecs sont nombreux. Les études très précises et concluantes de Müntz et de Lainé analysées ici-même avec beaucoup d'à-propos par M. Lemarchands qui a ainsi empêché qu'un si grand travail soit rongé par l'oubli, celles des agronomes américains aussi, ont montré que l'irrigation ne pouvait s'appliquer qu'à certains sols, dans certaines situations et que, dans les autres cas, l'effet de l'eau en arrosages pouvait être plus ou moins rapidement nuisible.

Inutile de rappeler les exemples d'un succès dans l'irrigation, ceci dépasserait le cadre de cette note. Notons seulement qu'aucun projet de canal d'irrigation ne doit être exécuté avant qu'une étude détaillée des sols irrigables ait été faite. Jusqu'à présent, on semble avoir hésité à faire de pareilles études complètes (3). Par contre, il est également désirable qu'on ne mette pas en tuyaux pour récolter quelques chevaux des eaux placées dans de bonnes conditions pour augmenter la production agricole de vastes surfaces. Suivant le classement géographique des régions où l'utilisation de l'eau est poursuivie, les conclusions sont très variables. Ainsi, les chutes diverses de l'eau d'Olle et des lacs de ce bassin torrentiel en haute montagne ne peuvent guère être revendiquées par une agriculture qui est inexistante en fait. Mais dans des régions de vallées larges ou de plaines où une population nombreuse vit d'agriculture, où une quantité d'énergie considérable est utilisée pour les travaux agricoles, on conçoit qu'une discussion sérieuse soit nécessaire. C'est justement dans les grandes plaines qu'une poussière de petits moteurs disséminés rendrait, en outre des irrigations, d'immenses services à la culture et permettrait d'augmenter la production agricole du pays.

### II. — ENERGIE ÉLECTRIQUE

C'est une question encore neuve pour les fermes des régions accidentées qui ont un outillage souvent rudimentaire que l'utilisation de l'énergie électrique qui rend de si grands services dans les fermes des régions de grande culture, et c'est justement ce qui devrait attirer l'attention des producteurs de force motrice : la capacité d'absorption en énergie de l'agriculture est très sérieuse. *Toute ferme est*

(1) Si l'on avançait encore dans la voie des raisonnements qui précèdent, on arriverait même à interdire le gaspillage pour des besoins locaux, des grands amas de houille blanche susceptibles de constituer des grandes lignes d'énergie.

(2) Il est juste de reconnaître qu'avant les études de Müntz et Lainé, sur les canaux de la Bourne, de Carpentras, de Saint-Martory, aucune méthode d'investigation n'existait.

(3) Nous serions heureux de recevoir, à ce sujet, les renseignements que l'on voudrait bien nous adresser.

une petite usine aux métiers divers et multiples où la main-d'œuvre est devenue rarissime.

Voici un aperçu des divers usages auxquels le moteur électrique peut être employé dans les fermes. Ce tableau sommaire est donné comme première indication, chacun pouvant le faire et le compléter en consultant quelques ouvrages d'agriculture et des catalogues de machines agricoles.

#### TRAVAUX DE CULTURE PROPREMENT DITS

La motoculture électrique est encore bien peu développée. Cependant, la traction des charrues au moyen de câbles actionnés par des treuils électriques n'offre guère de difficultés. Cette application pourrait être faite très largement dans les vallées telles que celle du Graisivaudan, où l'énergie électrique abonde.

Il faut reconnaître, toutefois, que les machines de culture électriques ont été peu étudiées par les constructeurs, de plus elles n'ont pas figuré en général dans les démonstrations et concours de motoculture. Il serait cependant logique d'encourager une motoculture qui se passe d'un combustible coûteux importé.

D'autre part, dans les vignobles plantés en lignes, rien ne s'opposerait à l'installation temporaire de trolleys de prise de courant ; il en est de même dans les plantations d'arbres lorsqu'il n'y a pas trop d'écartement entre les lignes. Dans ces conditions, on conçoit l'application possible d'une foule d'appareils de culture soit de grande culture, soit de petite culture et de jardinage. Il ne faut pas s'y tromper, de petits appareils pratiques utilisables par l'agriculteur rendraient les mêmes services et auraient le même succès que les marteaux perforateurs, par exemple, dans les mines et les chantiers de travaux.

#### EMPLOIS DIVERS DANS LA FERME

Bornons-nous à une énumération, avec indication sommaire des puissances nécessaires :

Chargeurs, élévateurs, de foin, de grains, monte-sacs.

Presses à fourrages (5 à 6 HP pour presser 2.000 kil à l'heure)

Battage des céréales (6 HP pour 140 à 250 hectol. de blé battu en dix heures).

Vinification : Fouloir à raisins, pressoir, transvasement des vins.

Laiterie : Ecrémage centrifuge (1/2 HP pour 1.000 litres à l'heure), malaxage et barattage du beurre ; traite des vaches.

Alimentation des animaux : Hâche-paille (1 HP pour 500 kil. de paille à l'heure) ; coupe-racines, brise-tourteaux

Concasseur de grains (concassage 1 à 2 HP pour 500 kil. à l'heure).

Moulin (1 à 2 HP pour 125 kil. à l'heure).

Pompes diverses, à eau et à purin.

Meules à aiguiser.

Scie à bûches et scies diverses.

Pétrin mécanique (175 kil. de pâte avec 2 HP en un quart d'heure environ).

Chauffage : Réchauffage du lait, eau chaude pour laiterie et pour boisson des animaux, cuisson des aliments du bétail.

Distillation.

Cuisine.

Eclairage (pour mémoire).

Transports automobiles

L'emploi des automobiles par les agriculteurs pour leurs déplacements sur route peut présenter quelques avantages

dans les contrées où l'énergie électrique est à un prix assez faible. Il faut remarquer que les agriculteurs ont rarement des déplacements se chiffrant par de nombreux kilomètres à effectuer. Quant à l'emploi de tracteurs électriques pour le transport des récoltes, on peut très bien l'envisager dans les plaines où les chemins sont bons et où une faible quantité d'accumulateurs permettrait de faire les transports agricoles courants.

\*\*\*

On peut allonger beaucoup cette liste approximative des nombreuses applications de l'électricité dans les exploitations agricoles, mais on ne doit pas perdre de vue que nos agriculteurs sont, en majeure partie, très peu préparés à l'utiliser (1).

Pour qu'une utilisation sérieuse de l'énergie électrique se dessine dans nos campagnes, il faut faire connaître aux agriculteurs les grandes lignes des projets d'installations qu'ils peuvent avoir à faire, leur montrer des installations modèles où les prix du premier établissement, comme ceux de l'entretien leur seraient communiqués, où la surveillance et la conduite des machines leur seraient enseignées.

Nul moment, d'ailleurs, n'est plus propice pour une telle propagande, car on le dit et on le répète — avec beaucoup d'exagération d'ailleurs — la campagne a de l'argent et il est préférable d'amener le cultivateur à faire les dépenses d'installation qui sont capables de largement contribuer à augmenter notre production nationale. Plutôt que de le voir se lancer dans des placements financiers qui font de lui bien souvent la victime des exploitants des bas de laine ruraux.

Quoi qu'il en soit, retenons que l'attention des ingénieurs mécaniciens ne s'est pas encore assez portée vers la réalisation d'appareils agricoles pratiques mus par l'électricité. Il est facile d'adapter un moteur à une écrémeuse centrifuge, mais ce qui manque dans les catalogues des constructeurs, ce sont des appareils de culture mécanique, de manutention des produits agricoles capables d'être utilisés dans des fermes existantes.

Constatons que l'Etat oriente vers l'utilisation de l'électricité ses ingénieurs du Génie rural — un enseignement spécial — l'électricité appliquée à l'agriculture vient d'être créé à l'Ecole supérieure du Génie rural.

Nous pensons qu'il y a beaucoup à attendre de l'influence de ces ingénieurs au point de vue qui nous occupe et il n'est pas douteux que, d'ici peu d'années, seront créées et adaptées aux besoins des agriculteurs une foule de machines capables de faciliter leur tâche, c'est-à-dire en fin de compte, d'amplifier la production agricole et d'abaisser le prix des produits de la terre, buts auxquels un pays ne doit jamais cesser de tendre.

#### III. — CANAUX

Dans un autre ordre d'idées, la réalisation de voies navigables serait propice aux transports des produits du sol et des engrais. Sans rappeler l'importance agricole des canaux dans certains pays étrangers, il est facile de se rendre compte du rôle des canaux en général pour l'agriculture en songeant au tonnage énorme que la culture donne aux transports de toute nature.

Dans les régions de houille blanche comme le Dauphiné et la Savoie, exemple que nous avons sous les yeux en ce moment, la réalisation des voies du Rhône au Rhône via Grenoble et Chambéry, n'est pas seulement souhaitable pour

(1) Nous n'envisageons, bien entendu, que l'agriculture des régions à houille blanche, c'est-à-dire surtout la petite culture.

les besoins du bassin industriel delphino-savoisien, mais encore pour le bassin agricole correspondant.

✱

En résumé, nous pensons que les programmes qui suivent seraient de nature à favoriser la production agricole, abaisser son prix de revient actuellement très handicapé par la rareté de la main-d'œuvre, à rendre plus faciles et plus agréables les travaux de la ferme, par là fixer davantage à la campagne les individus qui, aujourd'hui encore, émigrent vers les villes.

1° Aménagement de nombreuses stations productrices

d'énergie sur les cours d'eau secondaires pour les besoins agricoles, sans gêner la circulation de l'énergie dans les grandes lignes des réseaux ;

2° Propagande auprès des agriculteurs et enseignement capable de favoriser la dissémination des moteurs et du chauffage électrique dans les fermes ;

3° Créer et combiner des appareils de culture et de travaux agricoles divers mus par l'électricité ;

4° Création de voies navigables et examen des possibilités d'irrigation.

Laurent RIGOTARD,  
ingénieur agronome.

## ÉTUDE

SUR LES

# DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE RÉGLAGE

DE LA

Tension des Réseaux à Courants alternatifs

(SUITE)

### Commande automatique des régulateurs dans l'huile à axe vertical.

La mise au point du régulateur d'induction a lieu pour les régulateurs à axe vertical à l'aide d'un servo-moteur. Ce dernier est commandé par de l'huile sous pression provenant d'une pompe à huile adossée au servo-moteur. Le mécanisme de commande du servo-moteur est, en principe, exactement le même que celui employé dans les turbines hydrauliques avec cette différence, toutefois, qu'à la place du régulateur centrifuge on a un électro-aimant *Mg* (fig. 30).

Cet électro-aimant est, de son côté, influencé par le régulateur à action rapide *R*. Ce dernier étant dépendant de la tension variable du réseau.

La soupape du servo-moteur occupe une position d'équilibre déterminée (fig. 31). Au moment de tourner, même faiblement, l'électro-aimant du levier de commande tourne autour de son point de rotation, manœuvre qui provoque en même temps le déplacement de la susdite soupape. Du fait de ce déplacement, l'huile sous pression fournie par la pompe est de suite

comprimée contre le côté correspondant du piston du servo-moteur, ce qui provoque la rotation du régulateur d'induction.

Afin que l'effet du régulateur ne dépasse pas l'étendue voulue, on a arrangé un dispositif mécanique de retour ou correctif de réglage (voir fig. 31), dispositif qui permet, par l'intermédiaire du servo-moteur, de mettre de force dans une autre position l'extrémité restée libre du levier. Par l'action de ce dispositif, la soupape reprend de nouveau sa position primitive. Lors de la manœuvre qui vient d'être exposée, le levier de commande arrive dans une nouvelle position d'équilibre, position qui répond alors aux conditions de tension modifiées dans le réseau.

En outre, le régulateur à action rapide est lui-même muni d'un dispositif de retour séparé, lequel se compose essentiellement d'un ressort en forme de spirale et d'un appareil d'amortissements à courants de Foucault.

Ce dispositif travaille indépendamment de celui du servo-moteur. Par l'emploi de ce dispositif mécanique de retour, comme aussi par le fait que les résistances du secteur du

régulateur à action rapide sont connectées en série avec l'électro-aimant à une source auxiliaire de courant, on obtient que tous les organes de commande travaillent absolument en cadence, c'est-à-dire, réagissent simultanément.

Pour chaque tension survenant dans le réseau variable,

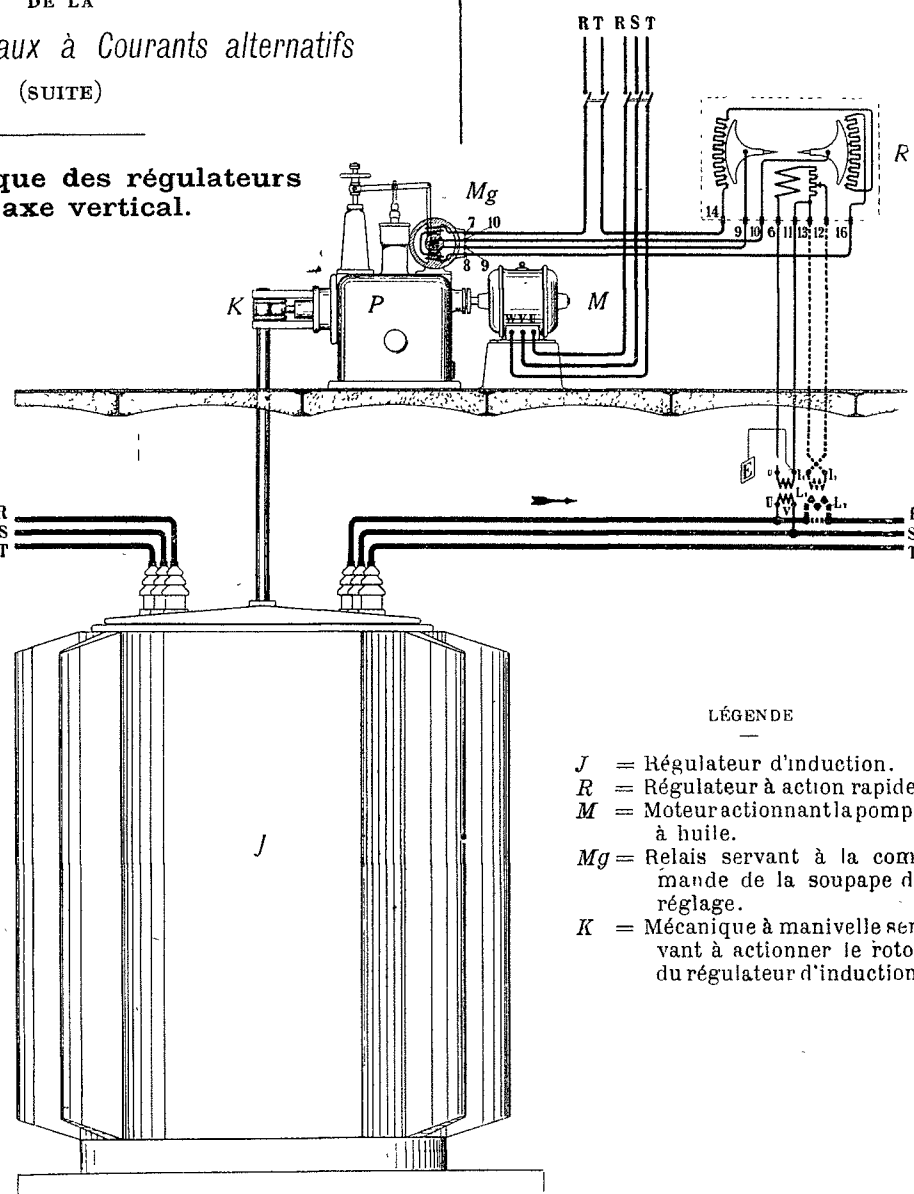


Fig. 30. — Schéma d'un régulateur d'induction à commande automatique par huile sous pression.

#### LÉGENDE

- J* = Régulateur d'induction.
- R* = Régulateur à action rapide.
- M* = Moteur actionnant la pompe à huile.
- Mg* = Relais servant à la commande de la soupape de réglage.
- K* = Mécanisme à manivelle servant à actionner le rotor du régulateur d'induction.